



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

03005463.9

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**BEST AVAILABLE COPY**

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03005463.9  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 15.03.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG  
Johann-Maus-Strasse 2  
71254 Ditzingen  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Laserbearbeitungskopf und Laserbearbeitungsverfahren

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B23K26/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EPO - Munich  
67  
15. März 2003

TELEFON 0711/784731 TELEFAX 0711/7800995/96  
KOHLER SCHMID + PARTNER RUPPMANNSTR. 27 D-70565 STUTTGART

**KOHLER SCHMID + PARTNER**  
PATENTANWÄLTE GBR  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

Stuttgart, 14. März 2003  
Unser Az.: 25383 Bc

---

**Anmelder:**

Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG  
Johann-Maus-Straße 2  
D-71254 Ditzingen

**Vertreter:**

Kohler Schmid + Partner  
Patentanwälte GbR  
Ruppmannstraße 27  
D-70565 Stuttgart

## BESCHREIBUNG

### Laserbearbeitungskopf und Laserbearbeitungsverfahren

5

Die Erfindung betrifft das Laserschneiden und das Laserschweißen insbesondere mit einem CO<sub>2</sub>-Laser und die Zuführung eines Schneidgases und eines Schweißgases in Richtung einer Bearbeitungsstelle eines zu bearbeitenden Werkstücks.

10

Laserbearbeitungsköpfe bilden den Abschluss der Strahlführung vom Laser zur Bearbeitungsstelle und fokussieren den Laserstrahl auf die Bearbeitungsstelle. Sie enthalten Zuführungen für Arbeits- und/oder Schutzgase und Sensoren zur Abstandsregelung vom Werkstück.

15

Beim Laserschneiden ist ein Druck des Laserschneidgases bis 20 bar erforderlich, um die Schlacke aus der Schnittfuge auszutreiben.

20

Bei Laserleistungen bis etwa 5 kW wird im Schneidkopf ein Druckraum erzeugt, den der Laserstrahl durchläuft und der durch eine (fokussierende) Linse abgedichtet wird. Für unterschiedliche Blechdicken und Materialien sind unterschiedliche Düsenquerschnitte und Bohrungen in der Düse notwendig. Ein derartiger Schneidkopf ist z.B. durch die DE3037981 bekannt geworden.

25

Alternativ zu den Schneidköpfen mit einer Linsenoptik kommen Schneidköpfe mit einer Spiegeloptik zum Einsatz. Dann werden zur Druckerzeugung in der Regel so genannte Ringspaltdüsen eingesetzt, bei denen ein separater Druckraum vorhanden ist (z.B. EP 0 741 627 A1 oder

30 EP 0 989 921 A1).

Für das Laserschweißen werden auf Grund der dort üblichen höheren Leistungen und geringeren Gasdrücke nahezu ausschließlich Spiegeloptiken eingesetzt. Außerdem sind Spiegeloptiken gegenüber Verschmutzungen (die beim Laserschweißen leichter entstehen als beim Laserschneiden) weniger empfindlich als Linsenoptiken, weil sie direkt gekühlt werden können.

Bei geringen Laserleistungen wird das Gas konzentrisch der Bearbeitungsstelle zugeführt. Bei höheren Laserleistungen erfolgt die Zufuhr seitlich.

Laserbearbeitungsköpfe müssen auf Grund von dreidimensionalen Aufgaben häufig schlank sein, um eine möglichst geringe Störkontur zu erreichen.

Um die Maschinen flexibler zu gestalten, ist ein universell einsetzbarer Bearbeitungskopf wünschenswert, der möglichst wenige manuelle Umrüstvorgänge notwendig macht, also insbesondere die folgenden Umrüstvorgänge vermeidet: Wechsel des Bearbeitungskopfes zur Anpassung an das Schneiden und Schweißen, Düsenwechsel zur Anpassung an unterschiedliche Materialien und Materialdicken sowie Anpassung des Abstands zwischen Werkstück und Bearbeitungskopf an die jeweilige Bearbeitungsaufgabe. Diese Wechsel werden im Stand der Technik meist durch mechanische Verstell-, Schwenk- und Klappmechanismen, durch Strahlweichen oder durch Wechselstationen, an denen Bearbeitungskopf oder -düse ausgewechselt werden, realisiert (z.B. EP0411535).

Der Anmelder hat sich die Aufgabe gestellt, einen kompakten Laserbearbeitungskopfs zu schaffen, welcher schnell, einfach und weitgehend automatisch auf unterschiedliche Bearbeitungsaufgaben anpassbar und außerdem einfach zu fertigen ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Laserbearbeitungskopf zum Laserschneiden und zum Laserschweißen mit einer Bearbeitungsdüse gelöst, welche Mittel zur Zuführung eines Schneidgases und eines Schweißgases in Richtung einer Bearbeitungsstelle eines zu bearbeitenden Werkstücks aufweist, und  
5 mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung der Schneidgaszuführung oder der Schweißgaszuführung je nach Wahl der Laserbearbeitung.

Diese Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Laserbearbeitung eines Werkstücks mit einem Laserbearbeitungskopf gelöst, wobei dem Werkstück  
10 mit Hilfe einer einzigen Bearbeitungsdüse sowohl ein Schneidgas als auch ein Schweißgas je nach Wahl der Laserbearbeitung zugeführt werden kann.

Auf Grund der Verwendung einer einzigen Bearbeitungsdüse und der wahlweisen Ansteuerung der Gaszufuhr wird erreicht, dass ein  
15 Düsenwechsel in vielen Fällen nicht mehr erforderlich ist und eine größere Flexibilität bei der Laserbearbeitung erreicht werden kann. Durch die Zusammenfassung oder Integration beider Laserbearbeitungsvarianten in einen Bearbeitungskopf kann die Ausbildung und der Einsatz mechanischer Schwenk- und Klappmechanismen zum Wechsel von Bearbeitungsköpfen  
20 und Düsen entfallen, weil eine erfindungsgemäße Umschaltung nunmehr mit Hilfe einer Steuereinheit über einen einzigen Bearbeitungskopf realisiert wird. Zusätzlich wird eine geringe Störkontur erreicht.

In bevorzugter Realisierung der Bearbeitungsdüse umfasst diese eine  
25 Innenhülse und eine die Innenhülse umgebende Außenhülse, wobei zwischen den beiden Hülsen ein erster Hohlraum, beispielsweise ein Ringspalt oder Bohrungen in einer der beiden Hülsen, ausgebildet ist, wobei die Außenhülse einen zu dem ersten Hohlraum zweiten vorzugsweise konzentrisch angeordneten zweiten Hohlraum aufweist, beispielsweise einen  
30 zweiten Ringspalt oder einen Ringkanal, von dem aus Bohrungen zu der dem Werkstück zugewandeten Seite der Düse führen. Sowohl der erste als



auch der zweite Hohlraum können dabei in einen ersten Zuführungskanal für das Schneidgas und in einen zweiten Zuführungskanal für das Schweißgas übergehen. Somit kann das jeweilige zuzuführende Gas konzentrisch zu dem Laserstrahl zugeführt werden.

5

Zum Schutz der Strahlführung vor rückströmendem Gas können Mittel zum Einblasen von Druckluft in den Laserbearbeitungskopf („Crossjet“) senkrecht zur Strahlrichtung vorgesehen sein.

10 Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und werden nachfolgend mit Bezug zur Figur der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

**Fig. 1** eine Düsenanordnung eines Laserbearbeitungskopfs im  
15 Längsschnitt;

**Fig. 2** einen Laserbearbeitungskopf im Längsschnitt;

**Fig. 3** Gaszuführungen des Laserbearbeitungskopfs nach Fig. 3.

20

Aus der **Fig. 1** ist ersichtlich, dass eine Bearbeitungsdüse **1** eines Laserbearbeitungskopfs einer Laserbearbeitungsmaschine zur Führung eines Laserstrahls und zweier Gase in Richtung des zu bearbeitenden Werkstücks vorgesehen ist. Der Laserbearbeitungskopf kann sowohl für Laserschweiß-  
25 als auch für Laserschneidaufgaben verwendet werden. Dies wird durch die Konstruktion der Bearbeitungsdüse **1**, welche sich an der Spitze des Laserbearbeitungskopfs befindet, realisiert. Mit Hilfe der Bearbeitungsdüse **1** kann sowohl Prozessgas zum Laserschweißen als auch Schneidgas zum Laserschneiden zugeführt werden. Die Gase werden coaxial zugeführt. Je  
30 nach Wahl der Laserbearbeitung kann mit Hilfe einer in der Figur nicht gezeigten Steuereinheit und damit verbundenen Einrichtungen wie Ventilen,

Sensoren, Druckreglern usw. ein Schneidgas oder alternativ ein Arbeitsgas / Schutzgas eingeblasen werden. Beim Laserschneiden wird die Bearbeitung durch Hinzufügen eines Schneidgases wie Sauerstoff, Stickstoff, Argon oder einfach Luft unterstützt, indem die Schmelze aus der Schnittfuge mit oder ohne begleitende Oxidation getrieben wird. Beim Laserschweißen wird ein Prozessgas wie Argon, Helium, Stickstoff oder Kohlendioxid in der Regel zum Schutz der Schweißnaht oder zur Unterstützung des Schweißprozesses eingesetzt.

- 10 Die Bearbeitungsdüse **1** besteht im Wesentlichen aus einem Druckstück **2a** und einer kegelförmigen Innenhülse **2b**, welche mittels einer Durchgangsbohrung einen Strahlführungsraum **3** begrenzen. Über die Austrittsöffnung **4** kann der Laserstrahl **5** austreten und fokussiert auf das Werkstück auftreffen. Konzentrisch zu dem Druckstück **2a** und der Innenhülse **2b** ist eine Außenhülse **6** angeordnet, wobei durch die Anordnung der Innenhülse **2b** und der Außenhülse **6** ein Ringspalt **7** definiert wird. Der Ringspalt **7** geht in einen ersten Zuführungskanal **9** für das Schneidgas über. Wiederum konzentrisch zu der Außenhülse **6** ist ein Anschlusskörper **8** auf der Außenhülse **6** aufgebracht. In dem Anschlusskörper **8** ist ein zweiter Zuführungskanal **10** für das Schweißgas ausgebildet, welcher in einen zu dem Ringspalt **7** nahezu konzentrisch verlaufenden zweiten Ringspalt **11** übergeht. Je nach Bearbeitungsaufgabe kann wahlweise die eine oder die andere Art der Gaszuführung angewählt werden, so dass entweder aus der Spaltöffnung **12** das Schneidgas oder aus der Kanalöffnung **13** das Schweißgas austritt.

- Alternativ zu dem zweiten Ringspalt **11** ist auch ein um den Ringspalt **7** konzentrisch angeordneter Ringkanal denkbar, von dem aus Bohrungen zu der dem Werkstück zugewandten Seite der Düse führen. Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass sie einfacher herzustellen ist.

In den Laserbearbeitungskopf **14** gemäß **Fig. 2** ist ein parabolischer, wassergekühlter Kupferspiegel **19** als Fokussierelement integriert. Die an sich bekannten Elemente der Strahlführung und der Fokussierung werden hier nicht näher beschrieben. Die Fokuslage wird mittels eines adaptiven  
5 Kupferspiegels, der vor dem Bearbeitungskopf angeordnet ist, verstellt. Dies ist aber auch manuell, durch einen Verschiebemechanismus der Düse und gleichzeitige Verstellung des Abstands von Düse zum Werkstück, möglich.

Der Fokussierspiegel wird mit Hilfe senkrecht zur Strahlrichtung in den  
10 Bearbeitungskopf eingeblasener Druckluft (siehe Bezugszeichen **18**, **20** in der Figur 2 bzw. 3) („Crossjet“) vor Prozessspritzern geschützt. Weiterhin hat der „Crossjet“ die Aufgabe, die Strahlführung vor rückströmendem Gas zu schützen, um das Aufblasen der Faltenbälge zu verhindern und um negative Einflüsse auf den Laserstrahl zu verhindern.

15 Der Bearbeitungskopf besitzt eine kapazitive Abstandsregelung. So kann der Abstand der Bearbeitungsdüse **1** zum Werkstück, sowohl beim Schneiden als auch beim Schweißen, programmiert und geregelt werden.

20 Gemäß **Fig. 2** weist ein Laserbearbeitungskopf **14** zum Laserschweißen und zum Laserschneiden eine Bearbeitungsdüse mit einer ersten Bohrung **16** zum Zuführen eines Schweißgases und einer zweiten Bohrung **17** zum Zuführen eines Schneidgases auf. Das Schweißgas kann in die Bohrung **16** über die Zuführung **15** einströmen. **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte  
25 Integration der erfindungsgemäßen Kombination von Schweißgas- und Schneidgaszuführungen bei einem Laserbearbeitungskopf **14**. Ein Crossjet **18** schützt die Strahlführung vor rückströmendem Gas.

**Fig. 3** zeigt eine dreidimensionale Ansicht der Gaszuführung **15** für das Schweißgas, der Gaszuführung **21** für das Schneidgas und der  
30 Gaszuführung **20** für Druckluft des Crossjets **18**.

15. März 2003

**BEZUGSZEICHENLISTE**

	1	Bearbeitungsdüse
	2a	Druckstück
5	2b	Innenhülse
	3	Strahlführungsraum
	4	Austrittsöffnung
	5	Laserstrahl
	6	Außenhülse
10	7	Ringspalt
	8	Anschlusskörper
	9	Zuführungskanal
	10	Zuführungskanal
	11	Ringspalt
15	12	Spaltöffnung
	13	Kanalöffnung
	14	Laserbearbeitungskopf
	15	Gaszuführung
	16	Erste Bohrung
20	17	Zweite Bohrung
	18	Crossjet
	19	Kupferspiegel
	20	Gaszuführung
	21	Gaszuführung
25		

## PATENTANSPRÜCHE

1. Laserbearbeitungskopf zum Laserschneiden und zum Laserschweißen mit einer Bearbeitungsdüse (1), welche Mittel (Zuführungskanal 9, 10; Ringspalt 7; Bohrung 16, 17) zur Zuführung eines Schneidgases und eines Schweißgases in Richtung einer Bearbeitungsstelle eines zu bearbeitenden Werkstücks aufweist, und mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung der Schneidegaszuführung oder der Schweißgaszuführung je nach Wahl der Laserbearbeitung.

5
2. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungsdüse (1) eine Innenhülse (2b) und eine die Innenhülse (2b) umgebende Außenhülse (6) umfasst, wobei zwischen den beiden Hülsen (2b; 6) ein erster Hohlraum (7) ausgebildet ist, wobei die Außenhülse (6) einen zu dem ersten Hohlraum (7) vorzugsweise konzentrisch angeordneten zweiten Hohlraum (11) aufweist.

10
3. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Hohlraum durch einen ersten Ringspalt (7) und der zweite Hohlraum durch einen zweiten Ringspalt (11) ausgebildet ist.

15
4. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Hohlraum durch einen Ringkanal, von dem aus Bohrungen zu der dem Werkstück zugewandten Seite der Düse führen, ausgebildet ist/sind.

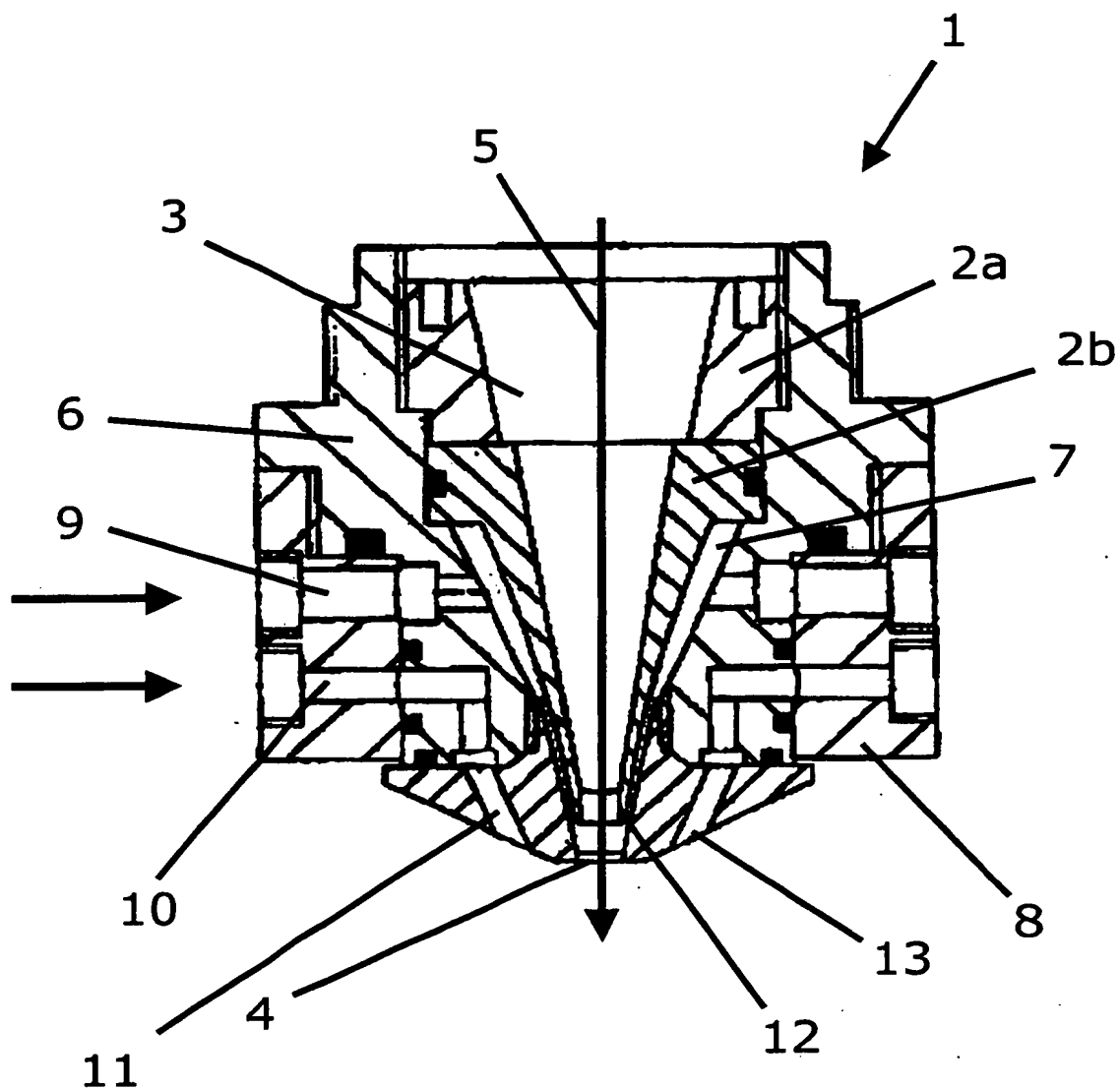
20
5. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Ringspalt (7) in einen ersten Zuführungskanal (9) für das Schneidgas und der zweite Ringspalt (11) in einen zweiten Zuführungskanal (10) für das Schweißgas übergeht.

25

30

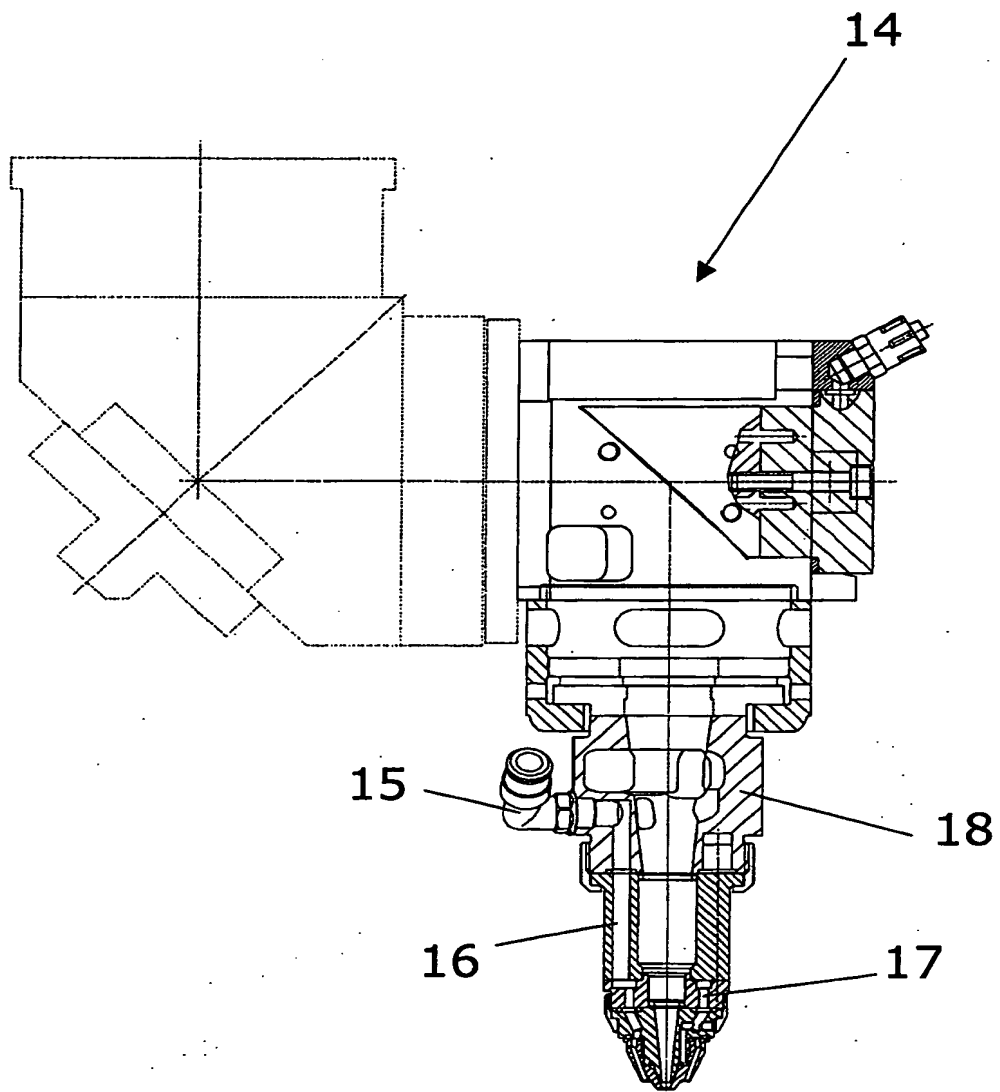
- 5       **6.** Laserbearbeitungskopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (18) zum Einblasen von Druckluft in den Laserbearbeitungskopf („Crossjet“) senkrecht zur Strahlrichtung vorgesehen sind.
- 10       **7.** Verfahren zur Laserbearbeitung eines Werkstücks mit einem Laserbearbeitungskopf, welcher eine Bearbeitungsdüse (1) aufweist, wobei dem Werkstück mit Hilfe der Bearbeitungsdüse (1) sowohl ein Schneidgas als auch ein Schweißgas je nach Wahl der Laserbearbeitung zugeführt werden kann.
- 15       **8.** Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass konzentrisch zu dem Laserstrahl (5) entweder das Schneid- oder das Schweißgas zugeführt wird.

1 / 3



25383

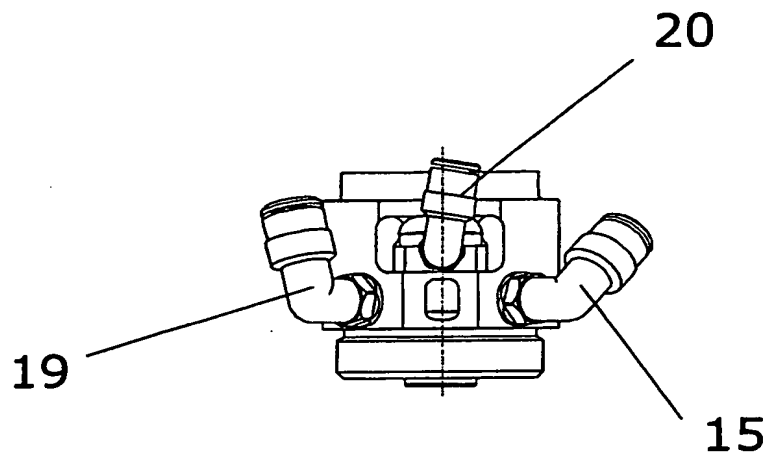
2 / 3



25383



3 / 3



25383

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

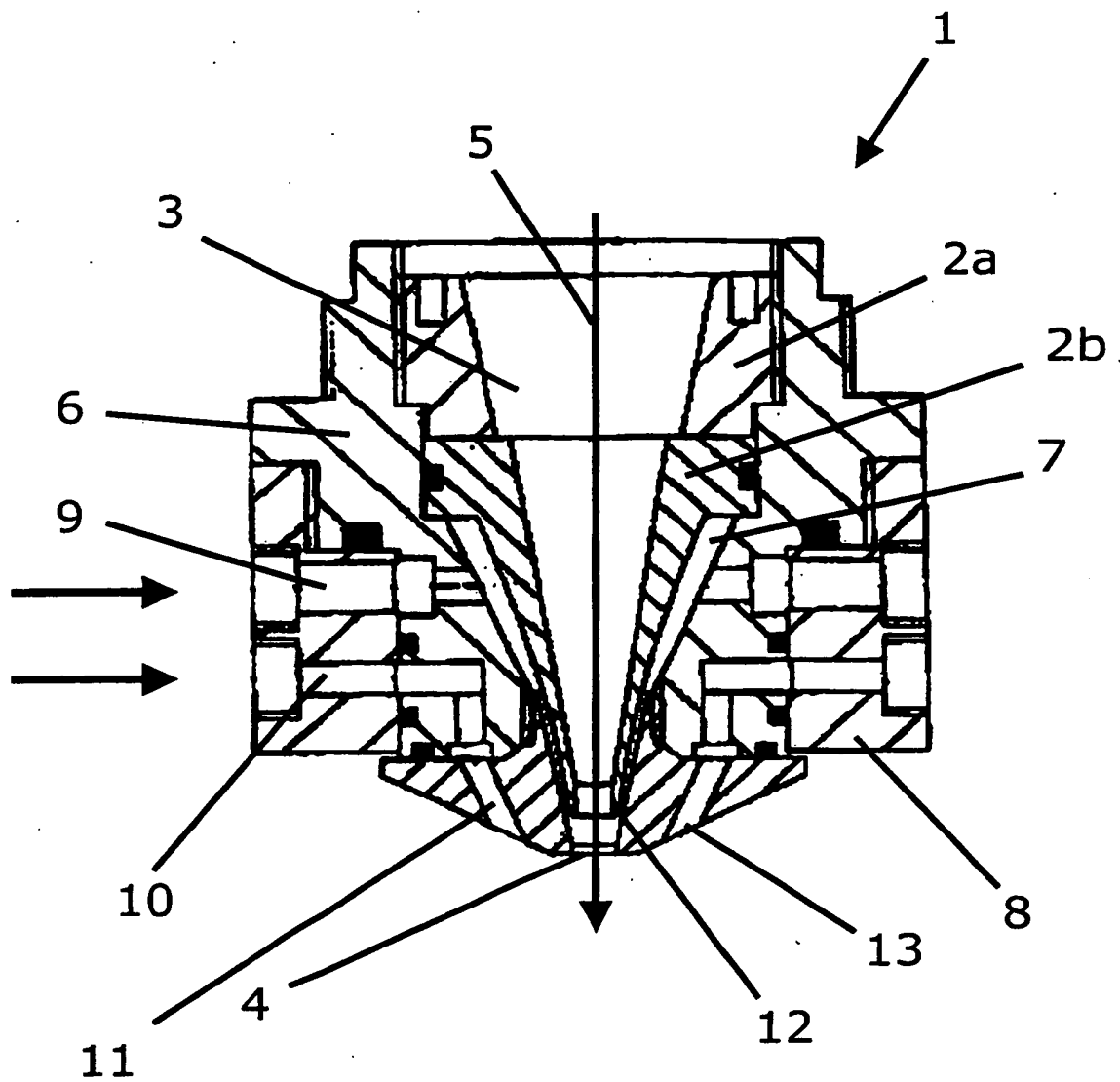
**ZUSAMMENFASSUNG**EPO - Munich  
67  
15. März 2003**Laserbearbeitungskopf und Laserbearbeitungsverfahren**

5

Die Erfindung betrifft einen Laserbearbeitungskopf zum Laserschneiden und zum Laserschweißen sowie ein Laserbearbeitungsverfahren mit einer Bearbeitungsdüse (1), welche Mittel (Zuführungskanal 9, 10; Ringspalt 7, Ringkanal 11) zur Zuführung eines Schneidgases und eines Schweißgases in  
10 Richtung einer Bearbeitungsstelle eines zu bearbeitenden Werkstücks aufweist, und mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung der Schneidegaszuführung oder der Schweißgaszuführung je nach Wahl der Laserbearbeitung.

15   Figur 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**